

Технологія знезалізнення води для питних потреб

В.О.Орлов, д-р техн. наук, С.Ю.Мартинов, канд. техн. наук, М.М.Меддур, С.О.Куницький

*Національний університет водного господарства та природокористування
33028 Україна, м. Рівне, вул. Соборна, 11*

Приблизно 90% сільського населення використовує воду підземних горизонтів, в яких є сполуки заліза. В більшості випадків вміст заліза у підземній воді до 5 мг/дм^3 , хоча може досягати 20 мг/дм^3 та більше. В живих організмах залізо є важливим мікроелементом, який каталізує процеси обміну киснем (дихання). Проте надмірна його кількість в організмі людини визиває алергічні реакції, може стати причиною хвороб крові. Крім того, підвищені концентрації заліза, надають воді буроватого забарвлення та неприємного металевого присмаку, призводять до відкладень на санітарно-технічних приладах. Це створює значний дискомфорт та негативне ставлення до води, яка споживається, у споживачів. Таким чином, знезалізнення води є важливою народногосподарською задачею.

Згідно діючих нормативів в Україні на питну воду, залізо відноситься до санітарно-хімічних показників безпечності і якості води та його концентрація не повинна перевищувати $0,2 \text{ мг/дм}^3$.

На даний час запропоновано та впроваджено велика кількість методів та схем знезалізнення води, які можна розділити на безреагентні, реагентні, катіонообмінні та біохімічні методи. Вибір методу знезалізнення води є достатньо складною задачею, при якому необхідно враховувати кількість заліза та його форми, фізико-хімічні показники води (рН, лужність, температура, кисень, сірководень, аміак, вуглекислий газ, окисність тощо), режим роботи споруд та їх продуктивність, наявність існуючих споруд водопостачання. Найдоцільніше вибирати спосіб знезалізнення води пробним знезалізненням, безпосередньо біля джерела водопостачання.

Найбільш поширеними є безреагентні та реагентні методи, які передбачають введення окислювачів заліза. В першому методі цим окислювачем є кисень повітря, а в другому - у воду вводять розчини хімічних окиснювачів (хлор, озон, перманганат калію тощо). Завданням методів є переведення розчинних форм заліза в малорозчинні форми $\text{Fe}(\text{OH})_3$ із наступним його осадженням або затриманням у товщі фільтруючої засипки.

В Україні найпоширеніші безреагентні аераційні методи знезалізнення води. Серед них необхідно виділити об'ємне та контактне знезалізнення води. При об'ємному знезалізненні води процес окислення заліза починається у аераційних пристроях із значним подрібненням потоку води або повітря для створення найбільшого контакту з повітрям (наприклад, у градирнях) і закінчується в проміжних місткостях, резервуарах, відстійниках, де утворюються пластівці гідроксиду заліза. На фільтрах відбувається затримка сформованих пластівців гідроксиду заліза за тими ж законами, що і на швидких фільтрах при проясненні води, але додається сорбція непрореагованих іонів двовалентного заліза і кисню. Утворені пластівці мають пухку, нестійку

структуру і затримуються у верхніх 5...15 см шару засипки, в окремих випадках, може утворюватись навіть плівка на поверхні засипки. В процесі фільтрування спостерігається високий темп зростання втрат напору. Гранулометричний склад засипки приймається таким самим, як і в швидких фільтрах при проясненні води.

При контактному знезалізненні води аерація проходить у простіших пристроях, ніж в попередньому випадку. Вода, зразу після аерації, потрапляє в шар зернистої засипки. На зернах засипки з'являється плівка, що має значно більші сорбційні властивості, ніж зерна чистої засипки. При надходженні води в засипку після аерації, процес знезалізнення проходить безпосередньо в ній одночасно з окисленням. Зерна засипки можуть мати більший розмір, ніж при об'ємному знезалізненні. У початковий момент засипка спочатку заряджається і далі виступає як каталізатор, а ефект очищення може бути недостатнім.

В якості зернистої засипки фільтрів, використовуються природні та штучні матеріали (пісок, цеоліт, керамзит, пінополістирол тощо). Тип фільтруючої засипки, параметри її зерен та висота шару суттєво впливають на ефективність знезалізнення води, розміри фільтрувальних установок та їх продуктивність. При використанні важких засипок виникають певні ускладнення при експлуатації фільтрувальних споруд. Однією з економічно доцільних засипок є плаваюча засипка - пінополістирол, використання якої дозволяє економити капітальні та експлуатаційні затрати при будівництві та реконструкції систем водопостачання. За ефективністю очищення він не поступається важким засипкам і разом з тим володіє рядом експлуатаційних переваг - значно легше здійснюються операції по засипці і заміні, а також її регенерації (відпадає необхідність влаштування додаткових промивних насосів або регулювальних споруд). Засипка виготовлялася шляхом спізнення гранул полістиролу в кип'ятку безпосередньо на місці її використання (біля фільтрів) або в виробничих умовах в спеціальних установках парою. В виробничих умовах засипка отримується більш однорідною, меншої густини та більших розмірів. Це дозволить зменшити її вартість. Збільшення розмірів гранул засипки призводить до зниження ефективності очищення води при однакових інших умовах. Цю проблему можна вирішити шляхом впровадження комбінованої засипки, яка складається з дрібних гранул, спінених водою, та крупніших, спінених парою у співвідношенні 1:4.

На ефективність безреагентного знезалізнення води суттєво впливає правильний вибір аераційних пристроїв, які призначені для насичення води киснем повітря з метою окислення заліза та сірководню, видалення двоокису вуглецю. Вибір оптимального аераційного пристрою є достатньо складною техніко-економічною задачею, оскільки вимагає врахування значної кількості параметрів: концентрацій тривалентного й двовалентного заліза, водневого показника, окисно-відновного потенціалу, лужності, концентрації розчинених газів (вільної вуглекислоти, сірководню), водоповітряного співвідношення, ступеня диспергування води, питомих енергозатрат, способу подальшого очищення води тощо. Крім того, ці пристрої повинні бути максимально простими й зручними в експлуатації та порівняно недорогими. Перспективними

можуть виявитися ежекційні аератори, які складаються з наступних основних вузлів: приймальної камери з повітряним патрубком, сопла та камери змішування. Такі аератори достатньо компактні і дозволяють забезпечити більшу розчинність кисню у воді за рахунок підвищеного тиску в камері змішування, що позитивно впливає на ефективність знезалізнення води. Застосування ежекційних аераторів дозволяє збільшити концентрацію кисню у аерованій воді більш ніж на 60% порівняно з виливом води з висоти 0,5-0,6 м над рівнем води в прояснювальному фільтрі.

В більшості сільських населених пунктів перспективним є влаштування знезалізнюючого обладнання в водонапірних баштах. Нами розроблені технологічні схеми і впроваджені такі установки в Рівненській, Вінницькій та Хмельницькій областях, які забезпечують необхідну ступінь очищення води з концентрацією заліза до 5 мг/дм^3 до питної якості. Основними перевагами розроблених нами технологічних схем є: легкість доставки та простота монтажу (2-3 дні), невелика вартість будівництва; простота експлуатації, яка заключається в періодичному (один раз на одну-три доби) відкритті на 4-6 хв. засувки для регенерації засипки; наявність у баку башти знезалізненої (очищеної) води; робота установки безпосередньо не залежить від графіка споживання очищеної води, а лише від роботи зануреного насоса; незмінність регулюючого об'єму та рівнів води в башті після монтажу обладнання; можливість легкого встановлення блоку знезараження води.